

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

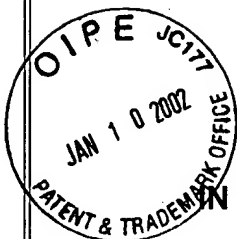
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**



Attorney Docket No. 08038.0055
Customer Number 22,852

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
)
Nobuo ISHII et al.) Group Art Unit: 1725
)
Serial No.: 09/975,067) Examiner:
)
Filed: October 12, 2001)
)
For: PLASMA PROCESSING)
APPARATUS)

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

BOX: MISSING PARTS

Sir:

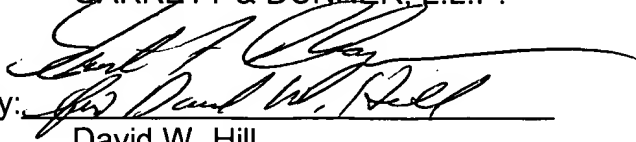
CLAIM FOR PRIORITY

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119, Applicants hereby claim the benefit of the filing date of Japanese Patent Application No. 2000-313811, filed October 13, 2000, for the above-identified U.S. patent application.

In support of this claim for priority, enclosed is one certified copy of the priority application.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

By: 

David W. Hill
Reg. No. 28,220

ERNEST F. CHAPMAN
Reg. No. 25,961

Dated: January 10, 2002

DWH/FPD/peg
Enclosures

FINNEGAN
HENDERSON
FARABOW
GARRETT &
DUNNER LLP

1300 I Street, NW
Washington, DC 20005
202.408.4000
Fax 202.408.4400
www.finnegan.com



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月13日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-313811

出 願 人

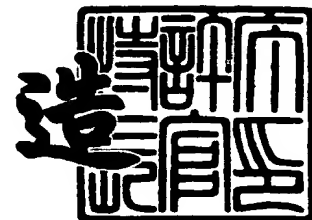
Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社
日本高周波株式会社

2001年10月19日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3091686

【書類名】 特許願

【整理番号】 12167501

【提出日】 平成12年10月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05H 1/00

【発明の名称】 プラズマ処理装置

【請求項の数】 17

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市淀川区宮原4丁目1番14号 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 石 井 信 雄

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市緑区中山町1119 日本高周波株式会社内

 【氏名】 篠 原 己 拔

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂5丁目3番6号

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【特許出願人】

 【識別番号】 391020986

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市緑区中山町1119

 【氏名又は名称】 日本高周波株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100064285

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 佐 藤 一 雄

【選任した代理人】

 【識別番号】 100091982

【弁理士】

【氏名又は名称】 永 井 浩 之

【選任した代理人】

【識別番号】 100096895

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡 田 淳 平

【選任した代理人】

【識別番号】 100103713

【弁理士】

【氏名又は名称】 武 林 茂

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004444

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

有底筒状の処理容器と、

この処理容器内に設けられ、被処理体を保持するための保持手段と、

前記処理容器の開口部に設けられ、前記処理容器を気密に密閉するとともに前記処理容器内部に高周波を透過させる誘電体からなる誘電体窓と、

環状に形成され、前記誘電体窓を通して前記処理容器内に高周波を導入する環状導波管であって、その環状導波路を含む平面が前記誘電体窓に沿うように前記誘電体窓に設けられた環状導波管と、

この環状導波管に設けられ、この環状導波管内に無端環状の進行波を形成する進行波形成手段と、

を具備したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】

前記進行波形成手段は、

高周波を供給する高周波発生器と、

この高周波発生器に接続され、前記高周波発生器で発生した高周波を伝搬する伝搬導波管と、

この伝搬導波管と前記環状導波管との間に設けられて前記伝搬導波管と前記環状導波管とを接続し、前記伝搬導波管内を伝搬してきた高周波を前記環状導波管に進行波として供給する方向性結合器と、

を有していることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】

前記環状導波管の周長は、管内波長の自然数倍であることを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】

前記進行波形成手段は、前記環状導波管の周方向に離間した複数箇所に周方向に位相がずれた高周波を供給する多位相高周波供給手段とを有し、前記環状導波

管に周方向に位相がずれた高周波を供給することによって、前記環状導波管内に進行波を発生させることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記多位相高周波供給手段は、

TE 1 1 モードの高周波を発生する高周波発生器と、

この高周波発生器に一端が接続された円筒導波管と、

この円筒導波管の中程に設けられ、前記円筒導波管内を伝搬してきた TE 1 1 モードの高周波を前記円筒導波管の軸線廻りに回転させる円偏波変換器と、

前記円筒導波管の他端部の外周面の周方向に離間したそれぞれの位置に、一端がそれぞれ接続されるとともに、前記環状導波管の周方向に離間したそれぞれの位置に、他端がそれぞれ接続された複数の分岐導波管と、

を有していることを特徴とする請求項 4 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記多位相高周波供給手段は、

導波管内に TE 1 0 モードの高周波を発生する高周波発生器と、

前記導波管に一端が接続されるとともに、前記環状導波管の周方向に離間したそれぞれの位置に他端がそれぞれ接続された複数の分岐導波管と、

これら複数の分岐導波管のそれぞれに設けられ、これら分岐導波管によって複数に分割された高周波の位相を、これら分割された高周波が前記環状導波管内に供給されたときに前記環状導波管内に進行波を発生させるように調整する移相器と、

を有することを特徴とする請求項 4 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】

前記環状導波管の周長は、管内波長の自然数倍であることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 8】

前記環状導波管へ高周波を供給する導波管は、矩形導波管であることを特徴とする請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】

前記環状導波管へ高周波を供給する導波管は、同軸導波管であることを特徴とする請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 0】

前記環状導波管によって囲まれた前記誘電体窓の部分に、ガスを前記処理容器に供給するガス供給管の開口部が接続されていることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 1】

前記環状導波管によって囲まれた前記誘電体窓の部分に、前記保持手段に対向して配置された対向電極が設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 2】

前記環状導波管によって囲まれた前記誘電体窓の部分に、ガスを前記処理容器に供給するガス供給管の先端部が設けられ、この先端部にガスを前記処理容器内に供給する開口部が形成され、このガス供給管の先端部が、前記保持手段に対向する対向電極になされていることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 3】

前記対向電極は、アースされていることを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 4】

前記対向電極は、高周波電源に接続されていることを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 5】

前記環状導波管は、円環状であることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 6】

前記環状導波管は、矩形環状であることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 7】

前記環状導波管に供給される高周波は、200MHzから35GHzまでであることを特徴とする請求項1ないし16のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高周波を用いたプラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、処理容器の上面に環状の導波管からなるアンテナを設け、これによって処理容器内にマイクロ波を供給するプラズマ処理装置としては、例えば、図17に示すようなものが知られている（特開平11-121196）。

【0003】

このプラズマ処理装置11は、処理容器13を有しており、この処理容器13の上面にはアンテナ15が載置されている。このアンテナ15は、一端が閉鎖された導波管が円形にカールされて配設されたもので、処理容器13側には、スロット17…が形成されている。一方このアンテナの他端には、マイクロ波発振器19が接続されている。

【0004】

このようなプラズマ処理装置11において、マイクロ波発生器19から供給されたマイクロ波は、アンテナ15の終端部21で反射され、導波管内に定在波を形成する。そして、スロット17…から下方の処理容器13に向かってマイクロ波を放出し、これによって処理容器内にプラズマを生成し処理を行う。

【0005】

一方、図18に示すような、プラズマ処理装置31は（特開平5-345982）、処理容器33の側面外周に環状の導波管からなるアンテナ35が巻き付けられ、このアンテナ35には、導波管37を介してマイクロ波発振器39が接続されている。そして、マイクロ波発振器39から供給されたマイクロ波は、導波管37とアンテナ35の接続部41で左右に分割され、この分割されたマイクロ波は、その後この接続部41の反対側の部分43で再び出会い互いに反射してア

ンテナ内に定在波を形成する。そして、アンテナ35の内周側に形成されたスロット45…から内側の処理容器33に向かってマイクロ波を放出し、これによって処理容器33内にプラズマを生成し処理を行う。

【0006】

また、図19に示すプラズマ処理装置121（特開平11-40397）は、処理用器123の上面に円環状の導波管からなるアンテナ125が設けられている。この円環状のアンテナ125の処理容器13側には、複数のスロット127…が形成されている。また、この円環状のアンテナ125の上面には、マイクロ波を供給する導波管129が垂直に接続されている。そして、この導波管129とアンテナ125との接合部には、凸稜131が設けられている。そして、導波管129から伝搬してきたマイクロ波は、凸稜131で2手に分かれた後、この接合部と反対側で再び出会って互いに反射してアンテナ125内に定在波を形成する。そして、このプラズマ処理装置121にあっては、この定在波から処理容器13に向かってマイクロ波を放出するようになっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記プラズマ処理装置11、31、121にあっては、ともにアンテナ内に定在波を形成するようにしているため、定在波の腹と節の部分でマイクロ波の強度が異なる。このため、アンテナ内での腹と節の位置関係によって処理容器内の電磁界強度が不均一になるという問題点があった。また、定在波の腹の位置とアンテナに設けられたスロットとの位置がずれると処理容器内の電磁界の均一性を維持できず、プラズマの生成が不均一になるという問題点があった。

【0008】

本発明は、上記課題を解決するために成されたものであって、アンテナ内に均一なマイクロ波を形成し、処理容器に均一なプラズマを生成できるプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の特徴は、有底筒状の処理容器と、この処理容器内に設けられた被処理体を保持するための保持手段と、処理容器の開口部に設けられ、この処理容器を気密に密閉するとともに処理容器内部に高周波を透過させる誘電体からなる誘電体窓と、環状に形成され、誘電体窓を通して処理容器内に高周波を導入する環状導波管であって、その環状導波路を含む平面が誘電体窓に沿うように誘電体窓に設けられた環状導波管と、この環状導波管に設けられ、この環状導波管内に無端環状の進行波を形成する進行波形成手段とを具備したことである。

【0010】

本発明の第2の特徴は、進行波形成手段は、高周波を供給する高周波発生器と、この高周波発生器に接続され高周波発生器で発生した高周波を伝搬する伝搬導波管と、この伝搬導波管と環状導波管との間に設けられて伝搬導波管と環状導波管とを接続し、伝搬導波管内を伝搬してきた高周波を環状導波管に進行波として供給する方向性結合器とを有していることである。

【0011】

本発明の第3の特徴は、環状導波管の周長は、管内波長の自然数倍であることである。

【0012】

本発明の第4の特徴は、進行波形成手段は、環状導波管の周方向に離間した複数箇所に周方向に位相がずれた高周波を供給する多位相高周波供給手段とを有し、環状導波管に周方向に位相がずれた高周波を供給することによって、環状導波管内に進行波を発生させることである。

【0013】

本発明の第5の特徴は、多位相高周波供給手段は、TE₁₁モードの高周波を発生する高周波発生器と、この高周波発生器に一端が接続された円筒導波管と、この円筒導波管の中程に設けられ、円筒導波管内を伝搬してきたTE₁₁モードのマイクロ波を円筒導波管の軸線廻りに回転させる円偏波変換器と、円筒導波管の他端部の外周面の周方向に離間したそれぞれの位置に、一端がそれぞれ接続されるとともに、環状導波管の周方向に離間したそれぞれの位置に、他端がそれぞれ接続された複数の分岐導波管とを有していることである。

【 0 0 1 4 】

本発明の第 6 の特徴は、多位相高周波供給手段は、導波管内に T E 1 0 モードの高周波を発生する高周波発生器と、導波管に一端が接続されるとともに、環状導波管の周方向に離間したそれぞれの位置に他端がそれぞれ接続された複数の分岐導波管と、これら複数の分岐導波管のそれぞれに設けられ、これら分岐導波管によって複数の分割された高周波の位相を、これら分割された高周波が環状導波管内に供給されたときに環状導波管内に進行波を発生させるように調整する移相器とを有することである。

【 0 0 1 5 】

本発明の第 7 の特徴は、環状導波管の周長は、管内波長の自然数倍であることである。

【 0 0 1 6 】

本発明の第 8 の特徴は、環状導波管へ高周波を供給する導波管は、矩形導波管であることである。

【 0 0 1 7 】

本発明の第 9 の特徴は、環状導波管へ高周波を供給する導波管は、同軸導波管であることである。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 1 0 の特徴は、環状導波管によって囲まれた誘電体窓の部分に、ガスを処理容器に供給するガス供給管の開口部が接続されていることである。

【 0 0 1 9 】

本発明の第 1 1 の特徴は、環状導波管によって囲まれた誘電体窓の部分に、保持手段に対向して配置された対向電極が設けられていることである。

【 0 0 2 0 】

本発明の第 1 2 の特徴は、環状導波管によって囲まれた誘電体窓の部分に、ガスを前記処理容器に供給するガス供給管の先端部が設けられ、この先端部にガスを前記処理容器ないに供給する開口部が形成され、このガス供給管の先端部が、前記保持手段に対向する対向電極になされていることである。

【 0 0 2 1 】

本発明の第 1 3 の特徴は、対向電極はアースされていることである。

【 0 0 2 2 】

本発明の第 1 4 の特徴は、対向電極は高周波電源に接続されていることである。

【 0 0 2 3 】

本発明の第 1 5 の特徴は、環状導波管は円環状であることである。

【 0 0 2 4 】

本発明の第 1 6 の特徴は、環状導波管は矩形環状であることである。

【 0 0 2 5 】

本発明の第 1 7 の特徴は、環状導波管へ供給される高周波は 2 0 0 M H z から 3 5 G H z までであることである。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る処理装置の実施の形態を図 1 ないし図 1 6 を参照して説明する。

【 0 0 2 7 】

図 1 (a) 及び図 2 は、プラズマ処理装置の第 1 の実施の形態を示す構成図である。図 1 (a) において、このプラズマ処理装置 5 1 は、側壁や底部がアルミニウム等の導体により構成されて、全体が有底筒体状に形成された処理容器 5 3 を有している。この処理容器 5 3 の天井部は、開放されてこの部分にはＯリング等のシール部材を介して真空圧に耐え得る厚みを有する封止板 5 5 が気密に設けられている。この封止板 5 5 は、耐熱性及びマイクロ波透過性を有すると共に誘電損失が小さい、石英ガラス又はアルミナや窒化アルミ製セラミック等の誘電体で形成されている。この封止板 5 5 によって、処理容器 5 3 内に処理空間 5 7 が形成される。封止板 5 5 には、導電性金属を円形蓋状に成形してなるカバー部材 5 9 が外嵌してあり、このカバー部材 5 9 は処理容器 5 3 上に固定されている。

【 0 0 2 8 】

この処理容器 5 3 内には、上面に被処理体としての半導体ウエハ W を載置する載置台 6 1 が収容される。この載置台 6 1 は、アルミニウムからなり、処理容器

53内の底部に絶縁材を介して設置されている。この載置台61は給電線63を介してマッチングボックス65及びバイアス用高周波電源67に接続されている。処理容器53の側壁には、容器内に処理ガスを導入するための石英パイプ製のガス供給ノズル69が設けられている。また、処理容器53の底部には、図示されない真空ポンプに接続された排気口71が設けられており、必要に応じて処理容器53内を所定の圧力まで真空引きできるようになっている。

【0029】

一方、カバー部材59の上面には、処理空間57にマイクロ波を導入するための環状アンテナ73が設けられている。この環状アンテナ73は、断面矩形状の導波管を無端円環状に形成したものであり、その環状の導波管によって形成される環状の導波路を含む平面が封止板55に略平行になるように配設されている。この環状アンテナ73の処理空間57側の管壁には、半径方向に延在するスロット75が周方向に離間して複数個形成されている。また、このスロット75に対応するカバー部材59の部分には、開口部77が同様に形成されている。

【0030】

この環状アンテナ73の外周面には、方向性結合器79を介して伝搬導波管81が接線方向に接続されている。この伝搬導波管81の他端側には、マイクロ波発振器83が接続されマイクロ波を供給するようになっている。前記方向性結合器79は、伝搬導波管81中をマイクロ波発振器83から図中矢印A方向に伝搬してきたマイクロ波を環状アンテナ73内において矢印B方向にのみ伝搬するものである。これによって、マイクロ波は、無端円環状の環状アンテナ73内において、進行波として一方向（矢印B方向）にのみ伝搬する。また、伝搬導波管81の方向性結合器79の側の端部内側には、マイクロ波吸収材85が着脱可能に装着されている。このマイクロ波吸収材85は、伝搬導波管81内を矢印A方向に進んできたマイクロ波が伝搬導波管81の端部で反射して定在波になるのを防止し、進行波を維持するためのものである。なお、このマイクロ波吸収材をマイクロ波反射材に替えることによって、進行波モードを定在波モードに替えることも可能である。このような構成において、上記環状アンテナ73と方向性結合器79と伝搬導波管81は、リング共振器74を構成するが、このリング共振器7

4では、方向性結合器79として、結合度3dBのいわゆるショートスロットハイブリッドを用いるのがよい。また、複数の方向性結合器を前記環状導波管の周方向に配置する場合は、前記環状導波路内に一方向の進行波が形成されるように、隣合った各方向性結合器間の導波路長と供給されるマイクロ波の位相とを調整すればよい。

【0031】

次に、以上のように構成された本実施例の動作について説明する。まず、図示しないゲートバルブを介して半導体ウェハWを搬送アームにより処理容器53内に収容し、ウェハWを載置台10の上面に載置する。そして、処理容器53内を所定のプロセス圧力に維持しつつ、ガス供給ノズル69から処理ガスを流量制御しつつ供給する。同時に、マイクロ波発振器83から、高周波として例えば2.45GHzのマイクロ波を処理空間57に導入してプラズマを発生させ処理を行う。またこの場合、載置台61にバイアス高周波電力を印加しておくことにより、載置台61に負の電位を発生させることができ、プラズマからのイオンの引出しを効率的に行うことができる。

【0032】

このような構成において、マイクロ波発振器83から供給されたマイクロ波は、伝搬導波管81内を矢印A方向に伝搬し、方向性結合器79において環状アンテナ73内に供給される。ここで、マイクロ波発振器83から環状アンテナ73に供給されるマイクロ波は、200MHzから35GHzまでであることが望ましい。これは、200MHzの波長は1.47mであり、1波長の環状導波路を構成する場合、その直径が46.8cmであるので、チャンバーの寸法から考慮して、構成可能な最大サイズと思われる。また、35GHzの波長は、8.4mmであり、現在は板厚0.8mm、開口幅2mm、間隔2mmのスロットを用いているので、その様なスロットを形成する可能な最小の長さになります。ここで伝搬導波管81と環状アンテナ73との接続部に方向性結合器79が設けられているので、伝搬導波管81中を矢印A方向に伝搬してきたマイクロ波は、環状アンテナ73中をB方向にのみ伝搬し、無端円環状の環状アンテナ73内を回転する進行波が生成される。そして、この環状アンテナ73内を進行波として伝搬す

るマイクロ波は、環状アンテナ 7 3 に形成された多数のスロット 7 5 から処理容器 5 3 内に放出される。ここで、環状アンテナ 7 3 内を伝搬するマイクロ波は、定在波ではなく無端環状の環状アンテナ内を回転する進行波であるため、スロット 7 5 から放出される電磁界は、環状アンテナ 7 3 の周方向に均一になる。従って、処理容器 5 3 内に極めて均一なプラズマを生成することができ、大口径のウエハに対してもその全域にわたって均一な処理を施すことができる。

【 0 0 3 3 】

このように本実施の形態にあつては、処理容器 5 3 と、この処理容器 5 3 内に設けられたウエハ W を保持するための載置台 6 1 と、この載置台 6 1 によって保持されたウエハ W に対向して設けられた封止板 5 5 と、この封止板 5 5 に設けられ、この封止板 5 5 を通して処理容器 5 3 内にマイクロ波を導入する環状に形成された導波管からなるアンテナであつて、その環状の導波路を含む平面が前記封止板 5 5 に略平行になるように配設された環状アンテナ 7 3 と、この環状アンテナ 7 3 の外周に設けられた方向性結合器 7 9 と、この方向性結合器 7 9 に接続された伝搬導波管 8 1 と、この伝搬導波管 8 1 に接続されたマイクロ波発振器 8 3 とを有しているから、環状アンテナ 7 3 内に無端環状の進行波を形成することができ、従って、周方向に均一な電磁界を処理容器 5 3 内に放出することができる。このため、処理容器 5 3 内に均一なプラズマを生成することができ、大口径ウエハであっても均一な処理を行うことができる。

【 0 0 3 4 】

プラズマの生成条件を変えたいときは、環状アンテナ 7 3 のスロット 7 5 が形成された面と封止板 5 5 とのなす角を傾斜させてもよい。例えば、チャンバー中心部のプラズマ生成を強くする場合は、図 1 (b) のように、スロット 7 5 が形成された面が中心部に向くようにする。逆に、チャンバーの周辺部でプラズマの生成を強くする場合は、図 1 (c) のようにスロット 7 5 が形成された面が周辺部に向くようにすればよい。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態であるプラズマ処理装置 1 2 1 を示す図である。このプラズマ処理装置 1 2 1 は、第 1 の実施の形態であるプラズマ処理装

置 5 1 において、環状アンテナ 7 3 に囲まれた封止板 5 5 の中央部にガス供給管 1 2 3 が設けられたものである。このガス供給管は、その下部が漏斗状に拡径されており、下端部には多数のノズル 1 2 5 … が設けられている。このように、このプラズマ処理装置 1 2 1 にあっては、マイクロ波を処理容器 5 3 に供給するアンテナ 7 3 が円環状であるため、その中央開口部にガス供給管 1 2 3 を設けることができる。従って、反応性ガス等をウエハ W に対して均一に供給することができる、従ってガス供給の不均一による処理のむらを防止することができる。

【 0 0 3 6 】

図 4 は、本発明の第 3 の実施の形態であるプラズマ処理装置 1 3 1 を示す図である。このプラズマ処理装置 1 3 1 は、第 1 の実施の形態であるプラズマ処理装置 5 1 において、環状アンテナ 7 3 に囲まれた封止板 5 5 の中央部に、載置台 6 1 に対向して対向電極 1 3 3 が設けられたものである。この対向電極 1 3 3 は、アースされており、このようにすることによって、載置台 6 1 と対向電極 1 3 3 との間に均一かつ強力な電界を形成することができ、従ってプラズマからのイオンの引き出しを効率的に行うことができるとともに均一な処理を行うことができる。

【 0 0 3 7 】

図 5 は、本発明の第 4 の実施の形態であるプラズマ処理装置 1 4 1 を示す図である。このプラズマ処理装置 1 4 1 は、図 4 に示す第 3 の実施の形態であるプラズマ処理装置 1 3 1 において、対向電極 1 3 3 のアースを高周波電源 1 4 3 に替えたものである。このように対向電極 1 3 3 を高周波電源 1 4 3 に接続することによって、載置台 6 1 との間に所望の強力かつ均一な電界を形成することができる。従って、プラズマからのイオンの引き出しをさらに効率的に行うことができるとともに均一な処理を行うことができる。

【 0 0 3 8 】

図 6 は、本発明の第 5 の実施の形態を示す図である。この図のプラズマ処理装置 1 5 1 は、上記第 3 の実施の形態のガス供給管の下端部を対向電極としたものである。このガス供給管 1 5 3 は、筒状のガス供給管本体 1 5 5 と、その下端部に接続された中空円盤状のノズル部 1 5 7 とを有している。このノズル部 1 5 7

の下面には複数のノズル孔 1 5 9 … が形成されており、またこのノズル部 1 5 7 は載置台 6 1 と対向して配置されている。また、このガス供給管 1 5 3 は、導体からなり、アース線を介して接地されている。このようなガス供給管 1 5 3 において、ガス供給管本体 1 5 5 を通ってきた処理ガスは、ノズル部 1 5 7 で半径方向に広がり、ノズル孔 1 5 9 から処理容器 5 3 内に均一に供給される。また、このガス供給管は、アースされているので、載置台 6 1 に対向して対向電極としても作用する。あるいは、ガス供給管は、途中で分離絶縁され、ノズル部に高周波電源を接続してもよい。

【 0 0 3 9 】

このように、このプラズマ処理装置 1 5 1 にあっては、ガス供給管 1 5 3 が、処理ガスの供給機能と、載置台に対する対向電極としての機能を有しているので、反応性ガス等をウエハ W に対して均一に供給することができるとともに、載置台 6 1 と対向電極 1 5 3 との間に均一かつ強力な電界を形成することができ、従って、均一なプラズマの生成を行うことができる。

【 0 0 4 0 】

図 7 及び図 8 は、本発明の第 6 の実施の形態を示す図である。この図のプラズマ処理装置 9 1 は、伝搬導波管 8 1 が方向性結合器 9 3 を介して円環状の環状アンテナ 7 3 の上面に接続されている点を除いて、図 1 及び図 2 に示すプラズマ処理装置 5 1 と同様である。

【 0 0 4 1 】

このプラズマ処理装置 9 1 においても、上記プラズマ処理装置 5 1 と同様の作用効果を奏する。

【 0 0 4 2 】

図 9 は、本発明の第 7 の実施の形態を示す図である。この図のプラズマ処理装置 1 0 1 では、処理容器 5 3 に設けられた円環状の環状アンテナ 1 1 7 に、給電装置 1 0 3 が設けられている。この給電装置 1 0 3 は、円筒導波管 1 0 5 を有している。この円筒導波管 1 0 5 には、図示しないマイクロ波発振器が接続されており、このマイクロ波発振器は、T E 1 1 モードのマイクロ波を供給するようになっている。この円筒導波管 1 0 5 の中程には、円偏波変換器 1 0 7 が設けられ

ており、供給されてきたTE11モードのマイクロ波を、円筒導波管105の軸線廻りに回転させるようになっている。円筒導波管105の下端部外周面には、軸線廻りに互いに90度の間隔をおいて第1ないし第4の分岐導波管109, 111, 113, 115がそれぞれ半径方向外方に突出して接続されている。これら第1ないし第4の分岐導波管109, 111, 113, 115は、半径方向外方に突出した後、それぞれ下方に屈曲して延在する。そして、これら第1ないし第4の分岐導波管は、円環状の環状アンテナ117の周方向に90度ずつ離間した位置にそれぞれ接続されている。

【0043】

このような構成において、マイクロ波発振器（図示せず）から円筒導波管105内を伝搬してきたTE11モードのマイクロ波は、円偏波変換器107に到達する。この円偏波変換器107で、TE11モードのマイクロ波は、円筒導波管105の軸線廻りに回転せしめられ、円筒導波管105の下端部に達する。ここで、回転するTE11モードのマイクロ波は、第1から第4の分岐導波管109, 111, 113, 115へ進入する。そして、マイクロ波は、それぞれの分岐導波管109, 111, 113, 115内を伝搬して環状アンテナ117に進入する。ここで、円筒導波管105を伝搬してきたマイクロ波は回転する円偏波であり、また第1から第4の分岐導波管109, 111, 113, 115が、円筒導波管105の外周面に周方向に90度ずつずれて接続されていることから、それぞれの分岐導波管に進入したマイクロ波はその位相が90度ずつずれていることになる。このため、第1から第4の分岐導波管109, 111, 113, 115から環状アンテナ117に進入するそれぞれのマイクロ波の位相も90度ずつずれる。したがって、環状アンテナ117内に進入したマイクロ波は、全体として、周方向に回転する進行波を形成する。このようにして、環状アンテナ117内に形成された回転する進行波は、その後アンテナ下面に形成されたスロット（図示せず）から処理容器53内に均一に放出され、均一なプラズマを形成する。

【0044】

このように本実施の形態にあっては、TE11モードのマイクロ波を発振するマイクロ波発振器と、このマイクロ波発振器に接続された円筒導波管105と、

この円筒導波管105の中程に設けられTE11モードのマイクロ波を回転させる円偏波変換器107と、円筒導波管105の下端部外周に、軸線廻りに互いに90度の間隔をおいて接続された第1ないし第4の分岐導波管109, 111, 113, 115と、これらの第1ないし第4の分岐導波管が周方向に90度ずつ離間して接続された環状アンテナ117と、この環状アンテナ117が封止板に設けられた処理容器53を有しているから、環状アンテナ117内に周方向に回転する進行波を形成することができる。従って、処理容器53内に対して均一な電磁界を供給することができ、均一なプラズマを生成することができる。このため、大口径のウェハに対しても均一な処理を行うことができる。

【0045】

図10ないし図14は、本発明の第8実施の形態を示すものであり、図10はその斜視図、図11はその回路図を示している。これらの図において、プラズマ処理装置161は、導波管163を有している。この導波管163は、マイクロ波導入口165を有する第1の矩形導波管167を有している。この第1の矩形導波管167は、第1のマジックT169によって第2の矩形導波管171と第3の矩形導波管173と、第1のダミーロード175に分岐されている。この第2の矩形導波管171は、第2のマジックT177によって、第4の矩形導波管179、第5の矩形導波管181と第2のダミーロード183に分岐されている。一方、第3の矩形導波管173も第3のマジックT185によって第6の矩形導波管187、第7の矩形導波管189と第3のダミーロード191に分岐されている。

【0046】

第4の矩形導波管179、第5の矩形導波管181、第6の矩形導波管187、第7の矩形導波管189のそれぞれの下端部193…は、直角に屈曲しており、図12に示すように、同軸導波管195を介して環状アンテナ197に接続されている。これら4つの矩形導波管179, 181, 187, 189の前記環状アンテナ197に対する接続位置は、図10、図11に示すように、周方向に90度ずつ離間している。

【0047】

また、図11に示すように、第4の矩形導波管179、第5の矩形導波管181、第6の矩形導波管187には、それぞれ、移相器199、201、203が介装されている。これら移相器199、201、203は、それぞれの導波管を伝搬するマイクロ波の位相を所定量ずらすことによって、環状アンテナ197に到達したときのそれぞれのマイクロ波の位相を順次ずらし、全体として、環状アンテナ内に進行波が形成されるようにするためのものである。

【0048】

このようなプラズマ処理装置161において、TE10モードのマイクロ波発生器（図示せず）からマイクロ波導入口に導入されたマイクロ波は、第1のマジックT169で分岐され、さらに第2及び第3のマジックT177、185で分岐され、最終的には4分岐される。このうち、第4の矩形導波管179、第5の矩形導波管181、第6の矩形導波管187を伝搬するマイクロ波は、それぞれ、移相器199、201、203によってその位相を調整され、最終的に、環状アンテナ197内に進行波を形成する。

【0049】

このように、このプラズマ処理装置161にあっては、TE10モードのマイクロ波を発生するマイクロ波発生器と、この発生器に一端が接続されるとともに、前記環状アンテナ197の周方向に離間したそれぞれの位置に他端がそれぞれ接続された導波管163と、この導波管の分岐導波管のそれぞれに設けられ、これら分岐導波管によって複數に分割されたマイクロ波の位相を、これら分割されたマイクロ波が環状アンテナ197に供給されたときに前記環状アンテナ197内に進行波を発生させるように調整する移相器199、201、203を有しているから、環状アンテナ197から処理容器に対して均一なマイクロ波を放出することができ、従って、処理容器内に均一なプラズマを生成することができる。

【0050】

なお、この第8実施の形態においては、第4の矩形導波管179、第5の矩形導波管181、第6の矩形導波管187、第7の矩形導波管189は、図12に示すように、同軸導波管195を介して環状アンテナ197に接続されているが、これに限る必要はなく、例えば、図13に示すように、矩形導波管179等を

直接環状アンテナ197に接続し、接続部にバンプ205を設け、環状アンテナ197にマイクロ波を導入するようにしてもよい。

【0051】

また、上記第8実施の形態においては、3つの移相器199, 201, 203を設けているが、これに限る必要はなく、図14に示すように、マジックTの基本的な特性を考慮して、4分岐された導波管211が環状アンテナ197に接続する配置を選択すれば、2つの移相器213, 215を設けるだけで目的を達成することができる。

【0052】

なお、上記図9に示す第7の実施の形態、及び図10に示す第8の実施の形態においては、複数の導波管を環状導波管に接続し、多位相のマイクロ波を供給することによって環状導波管内に進行波を形成しているが、これには、以下のような条件がある。

【0053】

図15に示すように、環状導波管301に、マイクロ波の供給口A303及び供給口B305がある場合について考える。

【0054】

位相の基準は供給口A303とし、ここでは位相は 0° とする。供給口B305での位相遅れを $-\theta t$ とすると、逆に供給口B305が基準とすると供給口A303での位相は θt 進んでいる。供給口AとBとの導波路長307をマイクロ波が伝搬する際の供給口A303での位相変化は θL とする。

【0055】

マイクロ波が供給口Aから供給口B方向へ伝搬する為の条件は以下のとおりである。

【0056】

$$-\theta t + \theta L = 360^\circ \times N \quad (\text{ここで } N \text{ は、} 0 \text{ 又は自然数})$$

$$\theta t + \theta L = 180^\circ \times (2M + 1) \quad (\text{ここで } M \text{ は、} 0 \text{ 又は自然数})$$

上式より

$$2\theta L = 360^\circ \times N + 180^\circ \times (2M + 1)$$

$$\theta L = 180^\circ \times N + 90^\circ \times (2M + 1)$$

これは、初期値 90° 、差分 180° の等差数列を構成する。環状導波管上の各供給口の間隔は上記値のどれを選んでもかまわない。

【0057】

また、環状導波管の周長は、例えば供給口 A から供給されたマイクロ波が環状導波管内を伝搬して再び供給口 A へ戻ってきたとき、位相が合致するためには、環状導波管の周長は管内波長の自然数倍でなければならない。なお、ここでいう周長とは、図 16 に示すように、環状導波管 401 の断面の中心線 403 の長さを言う。

【0058】

環状導波管内に定在波状の波動を形成するには、マイクロ波が供給口 A、供給口 B 間で双方向に伝搬する為の条件が必要である。すなわち、

$$-\theta t + \theta L = 360^\circ \times N \quad (\text{ここで } N \text{ は } 0 \text{ 又は自然数})$$

$$\theta t + \theta L = 360^\circ \times (2M + 1) \quad (\text{ここで } M \text{ は } 0 \text{ 又は自然数})$$

$$2\theta L = 360^\circ \times K \quad (\text{ここで } K \text{ は自然数})$$

$$\theta L = 180^\circ \times K$$

さらに、環状導波管の周長は、管内波長の自然数倍でなければならない。

【0059】

また、本発明に係る装置は、エッチング、アッシング、CVD、膜改質等に用いることができる。

【0060】

なお、上記実施の形態においては、環状導波管として、円環状のアンテナを採用しているが、これに限る必要はなく、矩形状、多角形状のアンテナであってもよい。また、被処理体としても、半導体ウエハに限らず、LCD などのフラットパネルディスプレイ用基板でもよい。

【0061】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明にあつては、有底筒状の処理容器と、この処理容器内に設けられた被処理体を保持するための保持手段と、処理容器の開口部に設

けられ、この処理容器を気密に密閉するとともに処理容器内部に高周波を透過させる誘電体からなる誘電体窓と、環状に形成され、誘電体窓を通して処理容器内に高周波を導入する環状導波管であって、その環状導波路を含む平面が誘電体窓に沿うように誘電体窓に設けられた環状導波管と、この環状導波管に設けられ、この環状導波管内に無端環状の進行波を形成する進行波形成手段とを有しているから、環状の導波管内に回転する進行波を形成することができ、このため処理容器内に均一な電磁界を放出することができる。従って、処理容器に均一なプラズマを生成することができ、被処理体に均一な処理を施すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のプラズマ処理装置の第 1 の実施の形態を示す側断面図であって、(a) はその典型例、(b) はチャンバー中心部のプラズマを強くする場合の装置、(c) はチャンバーの外周部のプラズマを強くする場合の装置を示す図である。

【図 2】

図 1 に示す処理装置の平面図。

【図 3】

図 1 に示す処理装置において、環状導波管の中央部にガス供給管を設けた第 2 の実施の形態を示す側断面図。

【図 4】

図 1 に示す処理装置において、環状導波管の中央部に対向電極を設けこの対向電極をアースした第 3 の実施の形態を示す側断面図。

【図 5】

図 1 に示す処理装置において、環状導波管の中央部に対向電極を設けこの対向電極を高周波電源に接続した第 4 の実施形態を示す側断面図。

【図 6】

図 1 に示す処理装置において、環状導波管の中央部に対向電極としても機能するガス供給管を設けこのガス供給管をアースした第 5 の実施形態を示す側断面図。

【図 7】

図 1 に示す処理装置において、環状導波管の上面に方向性結合器を介して伝搬導波管を接続した第 6 の実施の形態を示す側断面図。

【図 8】

図 7 に示す処理装置の平面図。

【図 9】

本発明の第 7 の実施の形態を示す斜視図。

【図 1 0】

本発明の第 8 の実施の形態を示す斜視図。

【図 1 1】

図 1 0 に示す処理装置の回路図。

【図 1 2】

図 1 0 に示す処理装置において分岐導波管と環状アンテナとの接続部分を示す一部切り欠き断面図。

【図 1 3】

図 1 2 に示す分岐導波管と環状アンテナとの接続部分の他の一例を示す断面図。

【図 1 4】

図 1 1 に示す処理装置の回路の他の一例を示す回路図。

【図 1 5】

環状導波管とマイクロ波の供給口との関係を示す図。

【図 1 6】

環状導波管の周長を示す図。

【図 1 7】

関連技術のプラズマ処理装置を示す平面図。

【図 1 8】

関連技術のプラズマ処理装置を示す平断面図。

【図 1 9】

関連技術のプラズマ処理装置を示す斜視図。

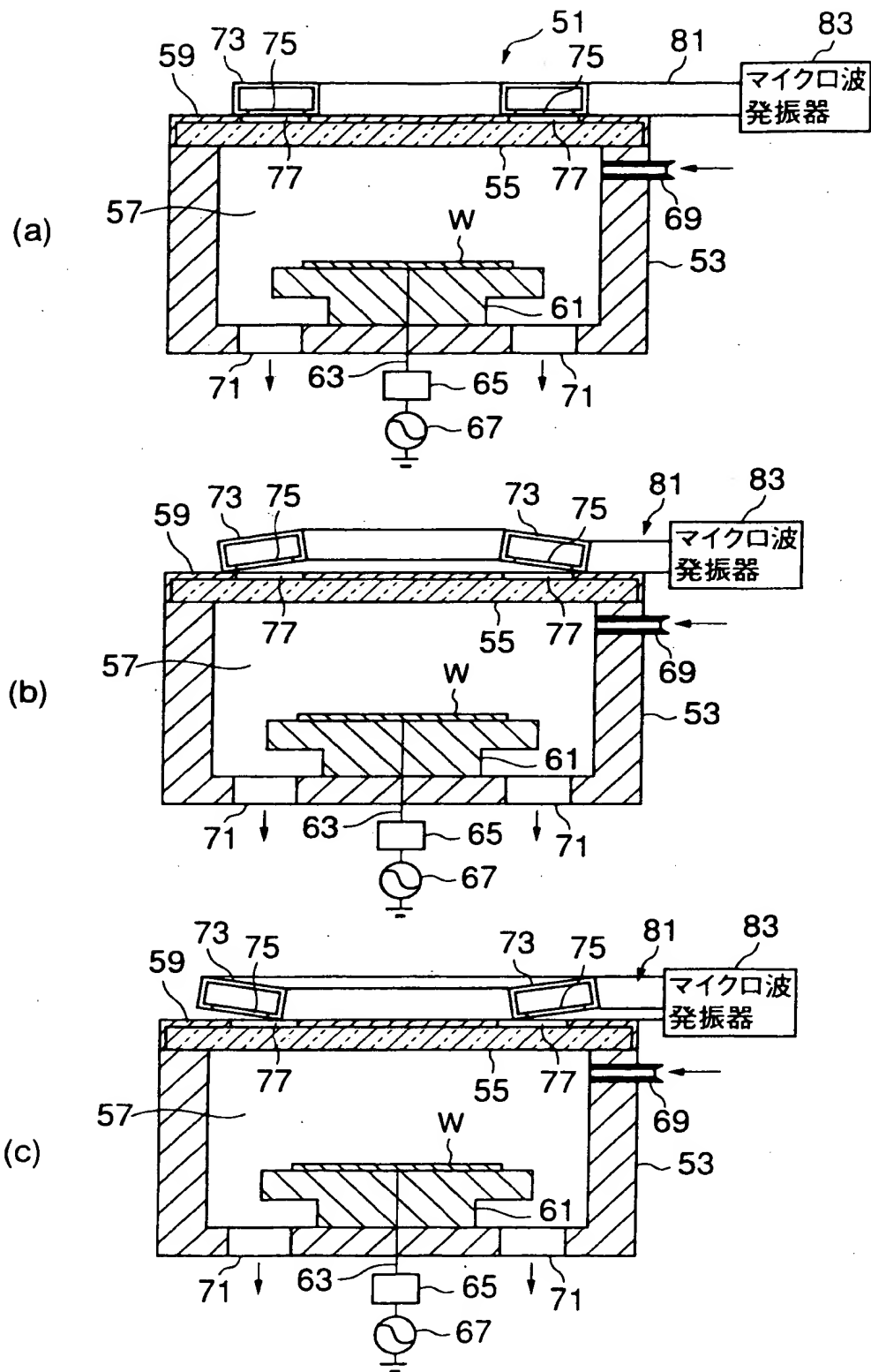
【符号の説明】

- 5 1 プラズマ処理装置
- 5 3 処理容器
- 5 5 封止板
- 6 1 載置台
- 6 7 高周波電源
- 7 3 環状アンテナ
- 7 9 方向性結合器
- 8 1 伝搬導波管
- 8 3 マイクロ波発振器
- 9 1 プラズマ処理装置
- 9 3 方向性変換器
- 1 0 1 プラズマ処理装置
- 1 0 3 給電装置
- 1 0 5 円筒導波管
- 1 0 7 円偏波変換器
- 1 0 9 第 1 の分岐導波管
- 1 1 1 第 2 の分岐導波管
- 1 1 3 第 3 の分岐導波管
- 1 1 5 第 4 の分岐導波管
- 1 1 7 環状アンテナ
- 1 2 1 プラズマ処理装置
- 1 2 3 ガス供給管
- 1 2 5 ノズル
- 1 3 1 プラズマ処理装置
- 1 3 3 対向電極
- 1 4 1 プラズマ処理装置
- 1 4 3 高周波電源
- 1 5 1 プラズマ処理装置
- 1 5 3 ガス供給管

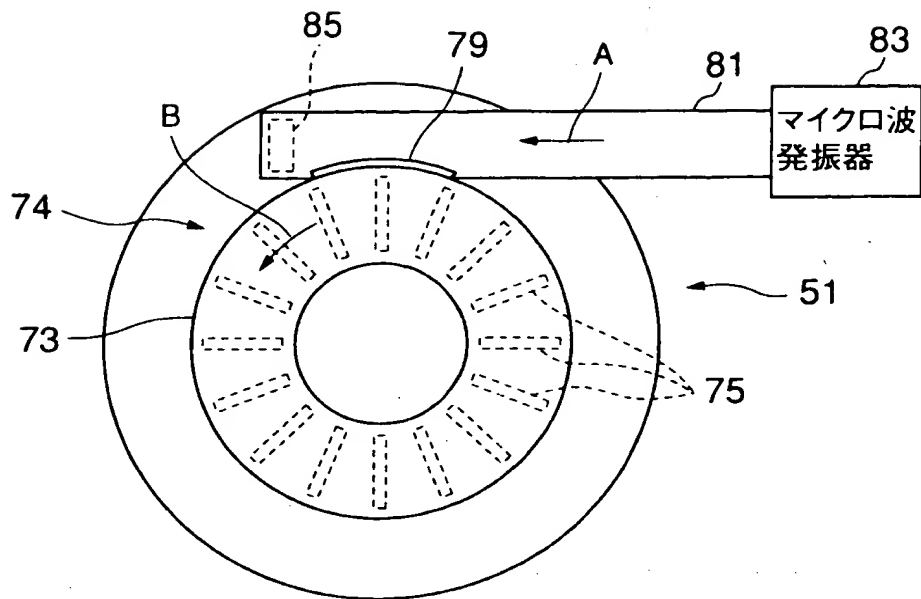
1 5 7 ノズル部
1 6 1 プラズマ処理装置
1 9 9 移相器
2 0 1 移相器
2 0 3 移相器
2 1 3 移相器
2 1 5 移相器
1 7 9 矩形導波管
1 8 1 矩形導波管
1 8 7 矩形導波管
1 8 9 矩形導波管
1 9 5 同軸導波管
1 9 7 環状アンテナ
W 半導体ウエハ

【書類名】 図面

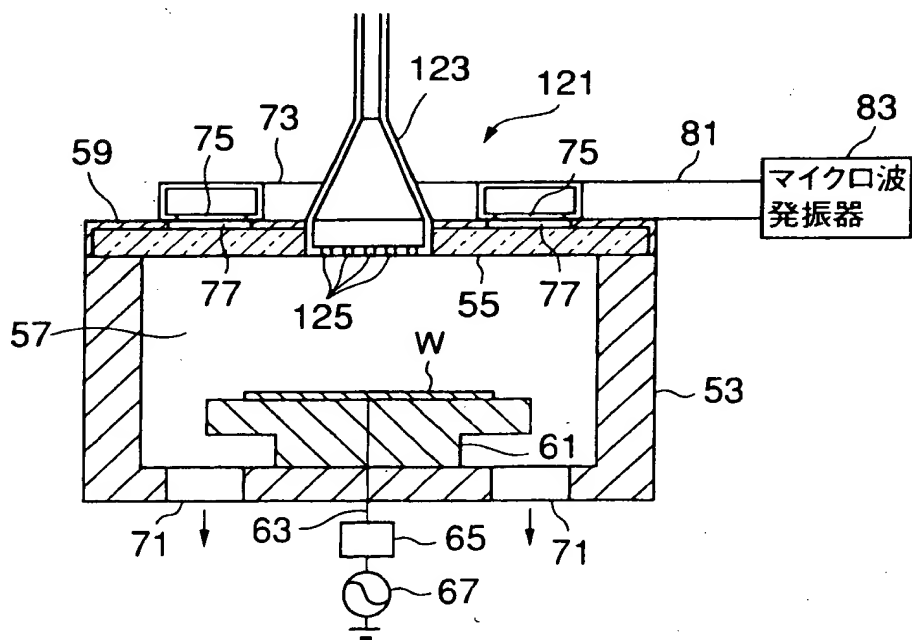
【図 1】



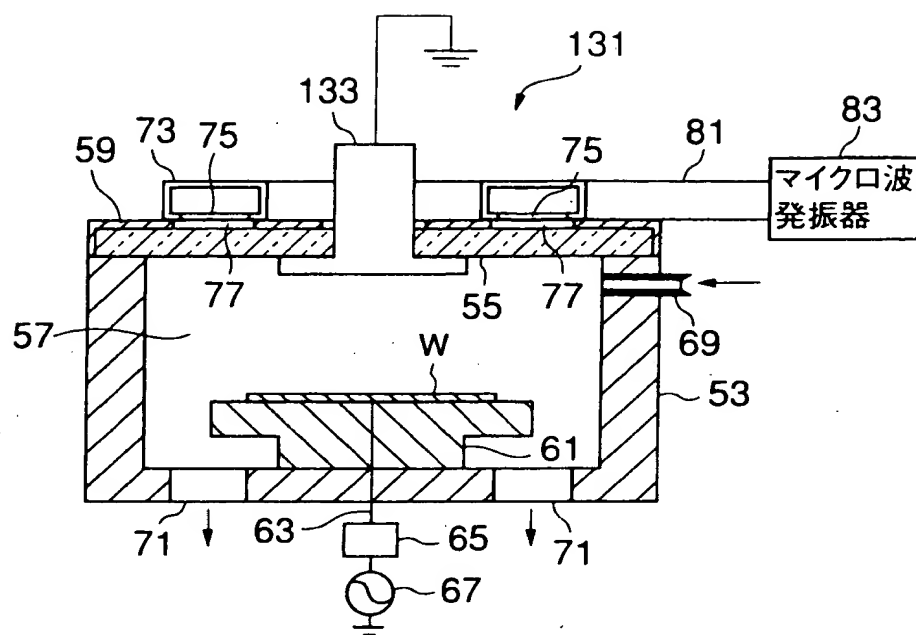
【図 2】



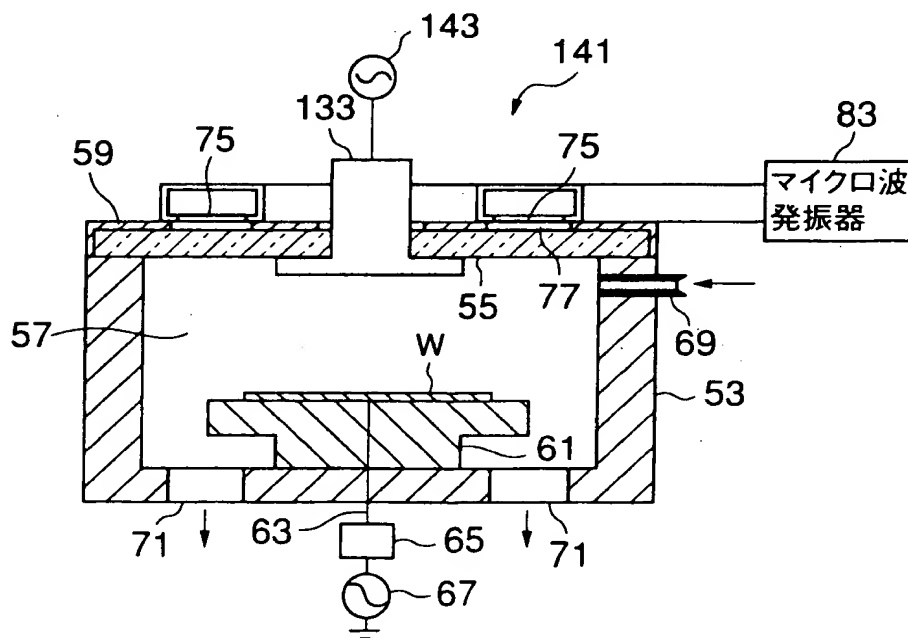
【図 3】



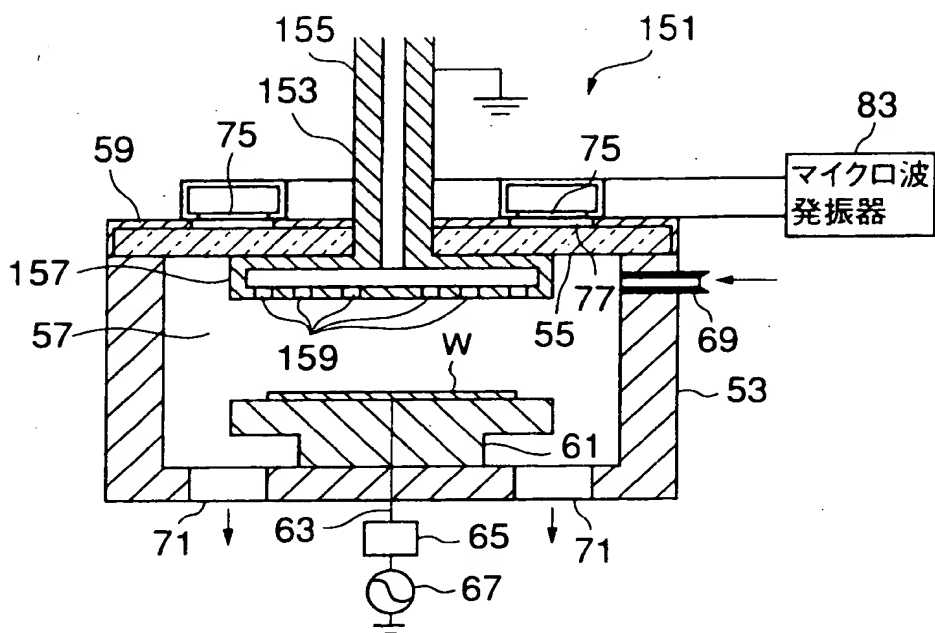
【圖 4】



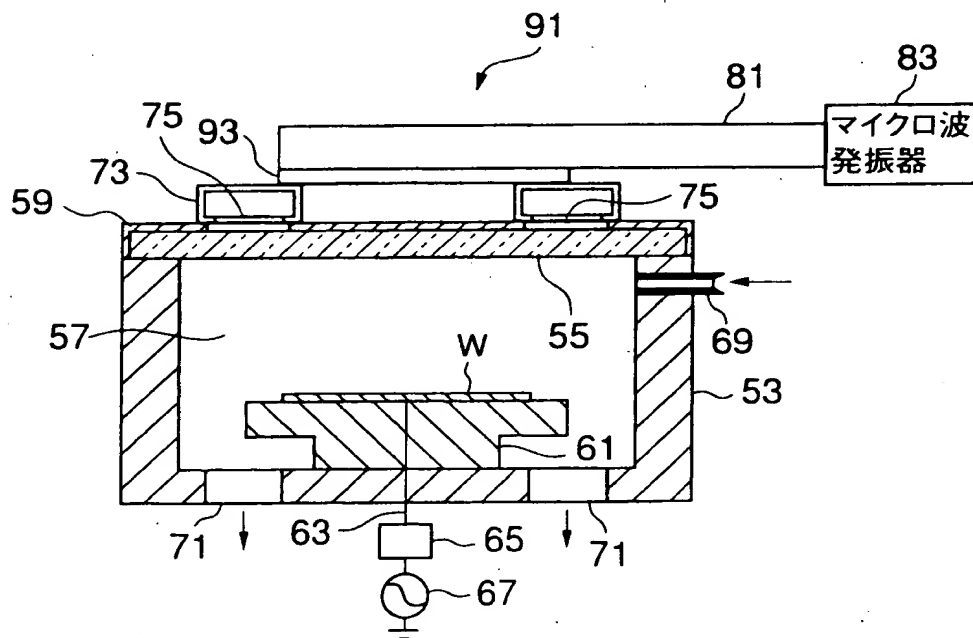
【図 5】



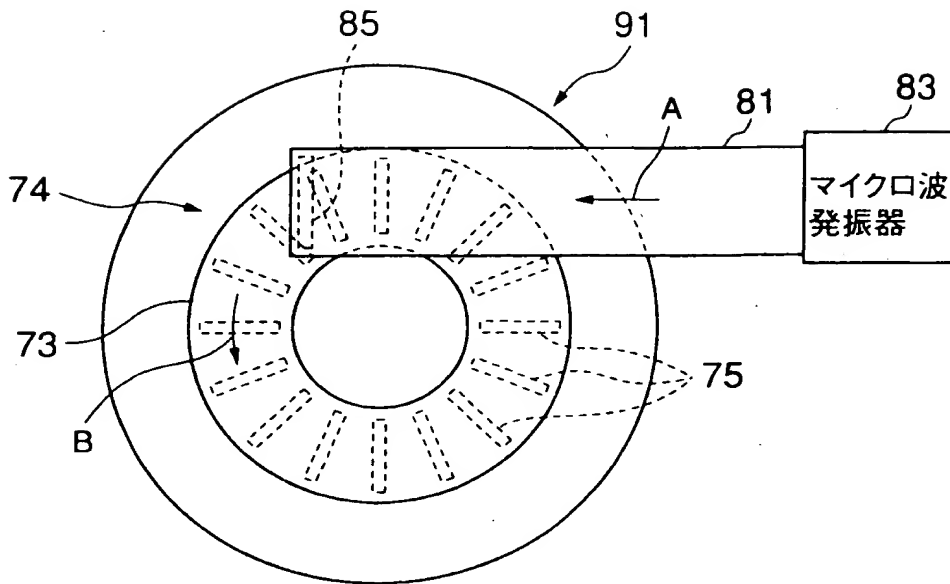
【図 6】



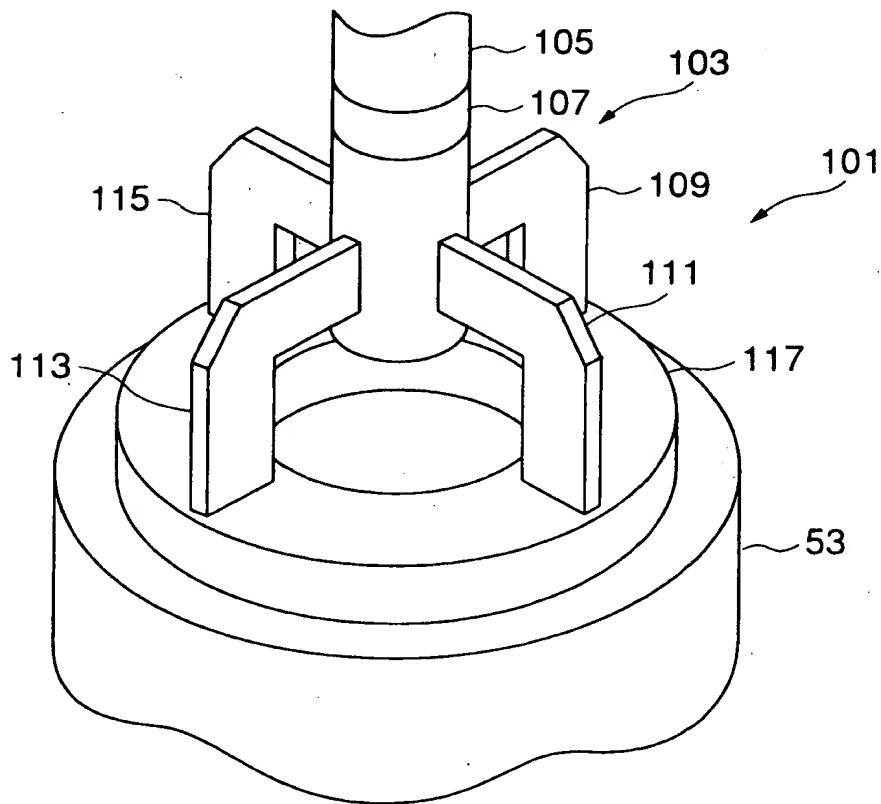
【図 7】



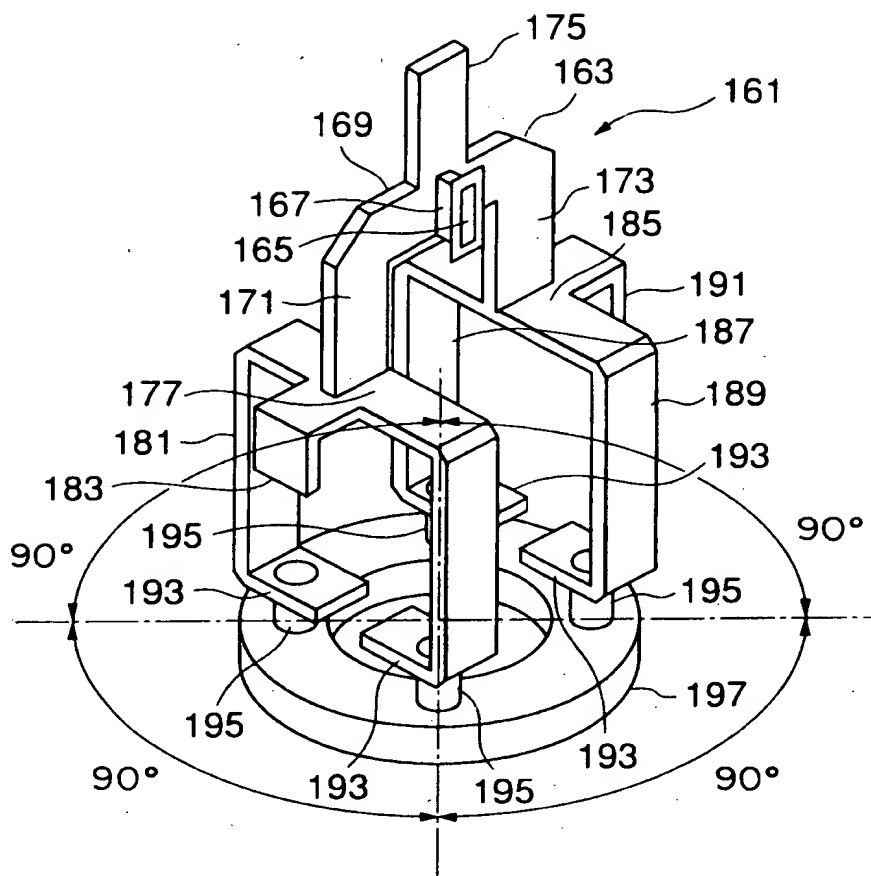
【図 8】



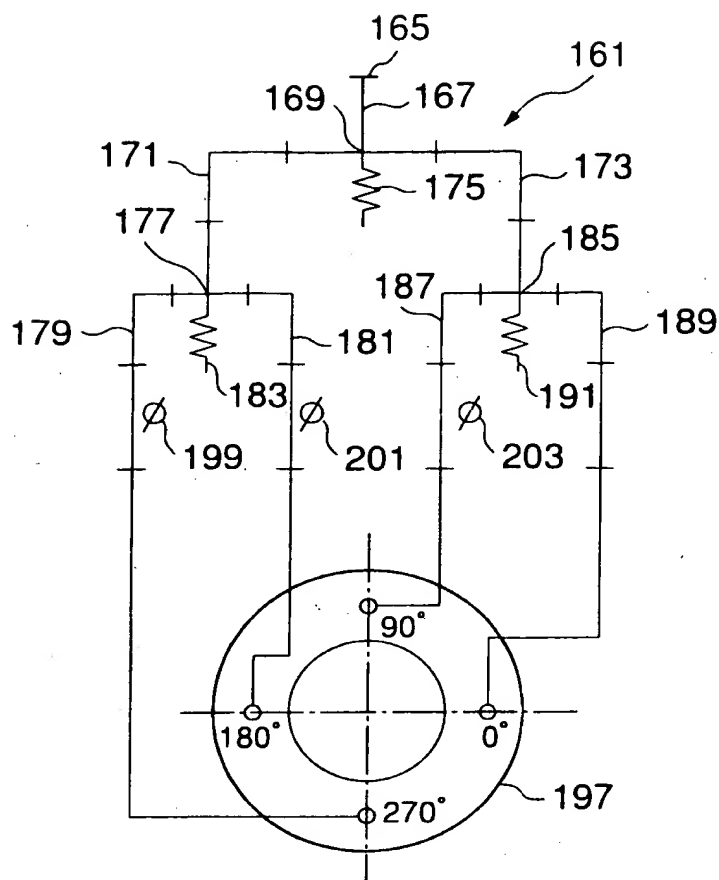
【図 9】



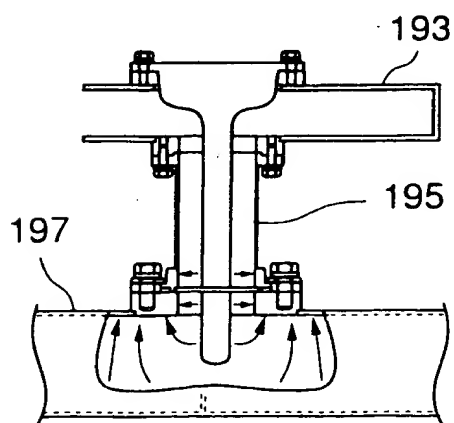
【図10】



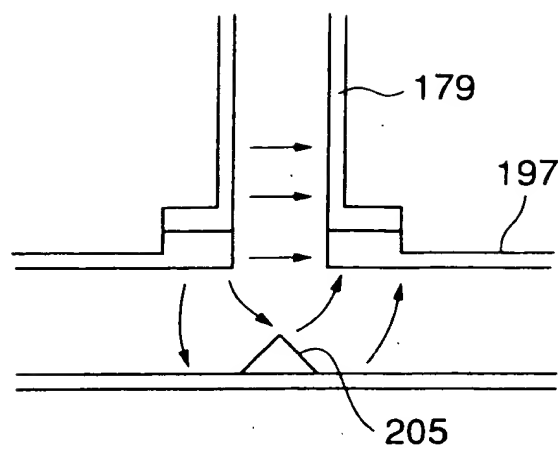
【図 1 1】



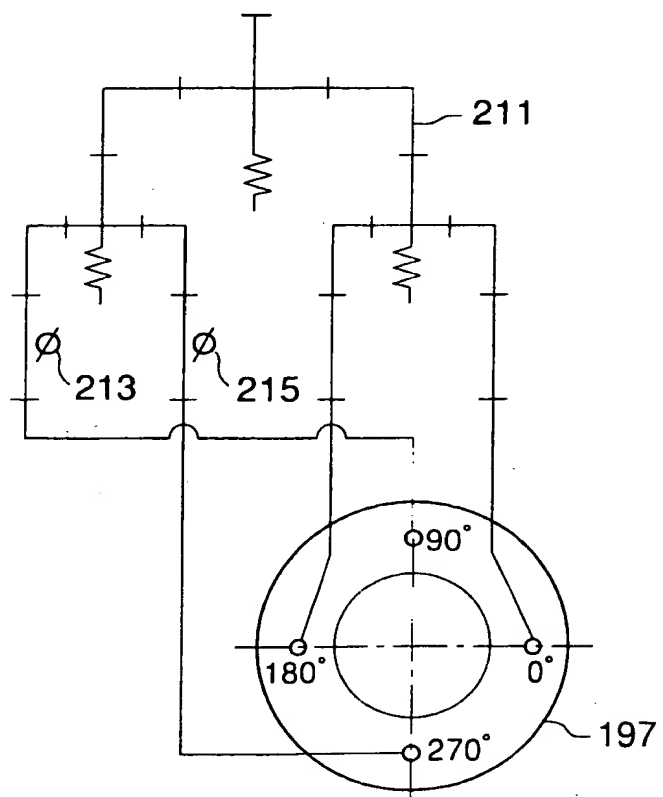
【図 1 2】



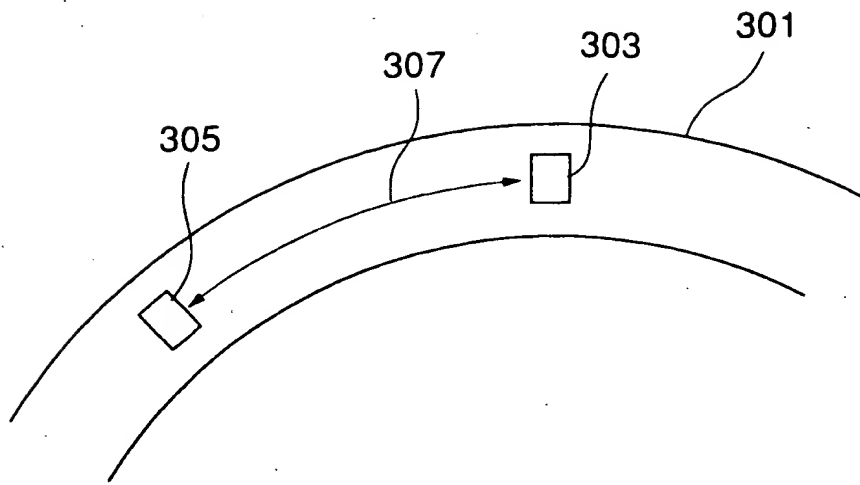
【図 1 3】



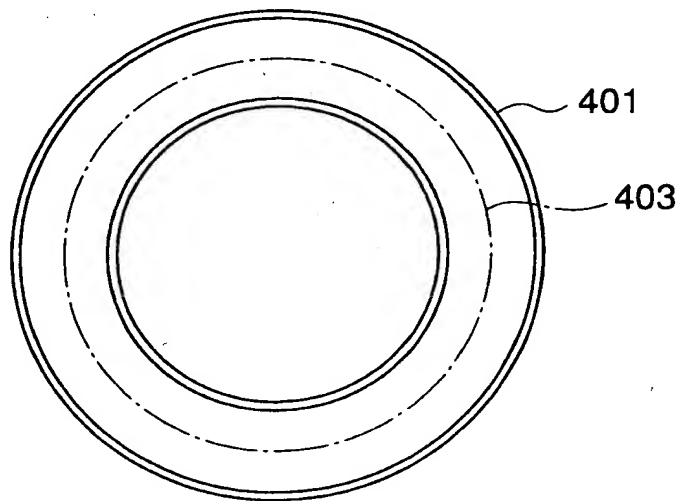
【図 1 4】



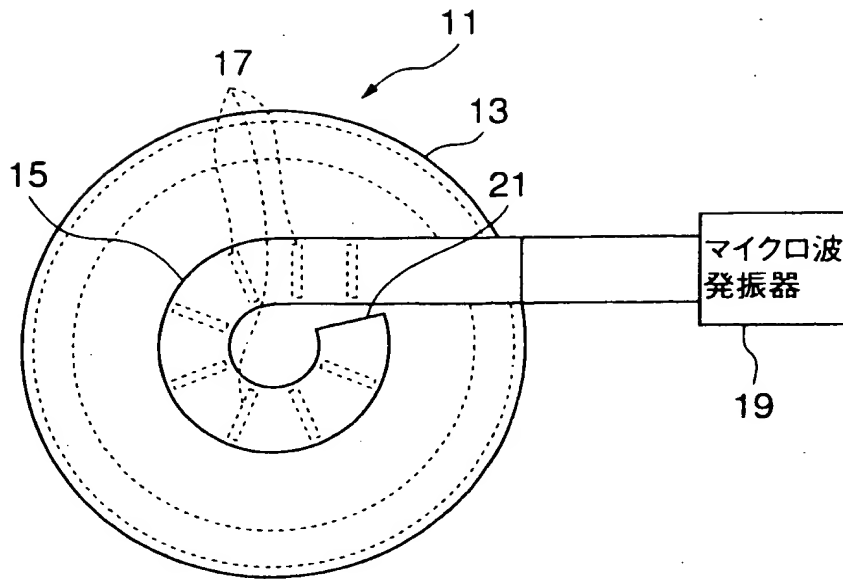
【図 1 5】



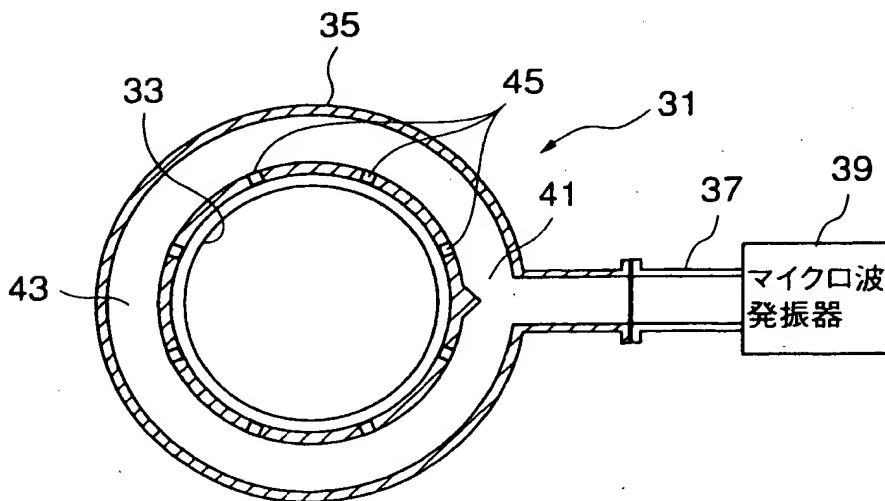
【図 1 6】



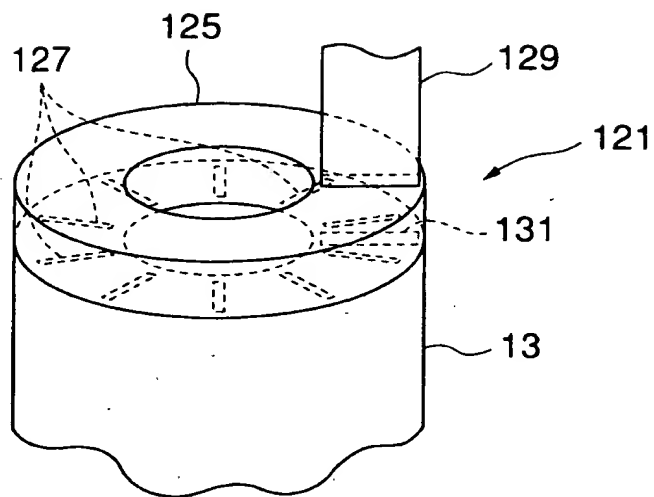
【図 1 7】



【図 1 8】



【図 1 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 アンテナ内に均一なマイクロ波を形成し、処理容器に均一なプラズマを生成できるプラズマ処理装置を提供することである。

【解決手段】 このプラズマ処理装置は、処理容器 5 3 と、この処理容器 5 3 内に設けられたウエハ W を保持するための載置台 6 1 と、この載置台 6 1 によって保持されたウエハ W に対向して設けられた封止板 5 5 と、この封止板 5 5 に設けられ、この封止板 5 5 を通して処理容器 5 3 内にマイクロ波を導入する環状に形成された導波管からなるアンテナであって、その環状の導波管によって形成される環状の導波路を含む平面が前記封止板 5 5 に略平行になるように配設された環状アンテナ 8 1 と、この環状のアンテナ 8 1 の外周に設けられた方向性結合器 7 9 と、この方向性結合器 7 9 に接続された伝搬導波管 8 1 と、この伝搬導波管 8 1 に接続されたマイクロ波発振器 8 3 とを有している。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 9 1 0 2 0 9 8 6]

1. 変更年月日	1 9 9 1 年 2 月 1 5 日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県横浜市緑区中山町 1 1 1 9
氏 名	日本高周波株式会社